

й великої рогатої худоби. Так, рівень жиру в м'ясі ягнят становив  $3,98 \pm 0,16$  % і перевищував цей показник у м'ясі телят.

Залежно від віку та статі тварин рівень золи в м'ясі, отриманому від барана, міститься  $0,82 \pm 0,05$  % золи. Рівень золи у м'ясі, отриманому від ягниць, був дещо вищим, ніж у барана, але не перевищував рівень цього показника в м'ясі, отриманому від телиць. Найменша різниця за рівнем золи була виявлена в м'ясі молодняку, що видно із даних досліджень у таблиці 1 і 2.

**Висновки.** Встановлено, що рівень досліджуваних показників у м'ясі дрібної й великої рогатої худоби був у межах фізіологічних норм.

Червоне м'ясо, отримане від баранів і бугайців мало, порівняно нижчий відсоток сухої речовини, ніж м'ясо ягниць й телиць.

Доведено, що м'ясо, отримане від ягнят і телят, містить високий відсоток білка, нижчий вміст жиру й золи порівняно із групами дорослих тварин.

#### Література

1. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва / О. М. Якубчак, В. І. Хоменко, С. Д. Мельничук та ін.; За ред. О. М. Якубчак, В. І. Хоменка. – Київ, 2005. – 800 с.

2. Beilken S, Eustace E, Eustace R. Composition of new meats-analyses and nutrient composition of innovative meat industries. RIRDC Publication No 07/036. Canberra: RIRDC, 2007. Cited 25 April 2007. Available at: <http://www.rirdc.gov.au/reports/NAP/07-036.pdf>.

3. Довідник. Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині (видання третє, перероблене і доповнене). Під заг. ред. Влізла В. В. Львів, 2004. – 399 с.

4. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Microsoft Excel. – К.: Марион, 2000. – 319 с.

5. Фаріонік Т. В. Оцінка якості яловичини та її харчова та біологічна цінність / Фаріонік Т. В. // наук. Вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького, Львів, 2013. – Т.15, №3 (57), Ч.3. – С.432-436.

6. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. – 571 с.

*Стаття надійшла до редакції 22.09.2015*

УДК [635.12+635.14]:577.152.1-021.81:001.891

**Біленька І. Р.**, к.т.н., доцент, **Голінська Я. А.**, аспірант ©

(E-mail: [foodprofi@mail.ru](mailto:foodprofi@mail.ru), [golinskaya.yana@mail.ru](mailto:golinskaya.yana@mail.ru))

*Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна*

#### ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ ОКСИДОРЕДУКТАЗ БІЛИХ КОРЕНІВ

*При виробництві страв на основі коріння селери та пастернаку необхідно враховувати характер біохімічних реакцій, що відбуваються у первинній сировині під час її технологічної переробки, суттєва роль в яких належить окислювально-відновлювальним ферментам. Метою даної роботи було вивчення активності ферментів пероксидази, поліфенолоксидази, аскорбінаоксидази у коріннях селери та пастернаку, районуваних в Україні, у сортовому розрізі. Встановлено, що активність ферментів білих коренів залежить від сортових особливостей. Проведені дослідження змін активності ферментів і втрат аскорбінової кислоти при різних способах термічної обробки: бланшування у киплячій воді, парою та струмами НВЧ. Визначені оптимальні режими обробки білих коренів з метою збереження вітаміну С та*

отримання добрих органолептичних показників якості продукту. Встановлено, що найкращим способом попередньої обробки коренеплодів є НВЧ-обробка, яка дозволила зберегти вміст вітаміну С більше, ніж на 50%, інактивувати поліфенолоксидазу та знизити активність інших оксидоредуктаз.

**Ключові слова:** коріння селери, коріння пастернаку, оксидоредуктази, пероксидаза, поліфенолоксидаза, аскорбінатоксидаза, активність ферментів, аскорбінова кислота, бланшування, НВЧ-обробка.

УДК [635.12+635.14]:577.152.1-021.81:001.891

**Беленькая И. Р.**, к.т.н., доцент, **Голинская Я. А.**, аспирант  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

### ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ОКСИДОРЕДУКТАЗ БЕЛЫХ КОРЕНЬЕВ

При производстве блюд на основе корней сельдерея и пастернака необходимо учитывать характер биохимических реакций, происходящих в первичном сырье при его технологической переработке, существенная роль в которых принадлежит окислительно-восстановительным ферментам. Целью данной работы было изучение активности ферментов пероксидазы, полифенолоксидазы, аскорбинатоксидазы в корнях сельдерея и пастернака, районированных в Украине, в сортовом разрезе. Установлено, что активность ферментов белых корней зависит от сортовых особенностей. Проведены исследования изменений активности ферментов и потерь аскорбиновой кислоты при различных способах термической обработки: бланширование в кипящей воде, паром и токами СВЧ. Определены оптимальные режимы обработки белых корней с целью сохранения витамина С и получения хороших органолептических показателей качества продукта. Установлено, что наилучшим способом предварительной обработки корнеплодов является СВЧ-обработка, которая позволила сохранить содержание витамина С больше, чем на 50%, инактивировать полифенолоксидазу и снизить активность других оксидоредуктаз.

**Ключевые слова:** корни сельдерея, корень пастернака, оксидоредуктазы, пероксидаза, полифенолоксидаза, аскорбинатоксидаза, активность ферментов, аскорбиновая кислота, бланширование, СВЧ-обработка.

UDC [635.12+635.14]:577.152.1-021.81:001.891

**Belenkaya I. R.**, Assistant Professor, **Golinskaya Ya. A.**, graduate student  
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

### RESEARCH ACTIVITY OF OXIDOREDUCTASES WHITE ROOTS

While producing of food based on celery root and parsnip it should be taken into account the nature of the biochemical reactions which proceed in the primary raw material during its technological processing, where the essential role belongs to the redox enzymes. The aim of this work was studying the enzymatic activity of peroxidase, polyphenol oxidase, ascorbinatoxydase in the roots of celery and parsnip regionalized in Ukraine, in varietal cut. It was established that the enzyme activity of white roots depends on the varietal characteristics. There were carried out the researches of changes in enzyme activity, and the loss of ascorbic acid under various heat treatment methods: blanching with boiling water, steam and microwave currents. There were determined the optimal regimes of white roots treatment for preserving the vitamin C, and getting a good organoleptic quality. It was found that the best method of roots pretreatment is microwave treatment, which allowed to keep the vitamin C content on more than 50%, to inactivate polyphenoloxidase and to reduce the activity of other oxidoreductases.

**Key words:** *celery root, parsnip root, oxidoreductases, peroxidase, polyphenol oxidase, ascorbinatoxydase, the activity of enzymes, ascorbic acid, blanching, microwave processing.*

**Вступ.** Одним з найважливіших факторів, що мають вирішальний вплив на здоров'я людини, є харчування. Особливе значення для підтримки працездатності й активного довголіття має повноцінне і регулярне постачання в організм всіх необхідних речовин. Це можливо за рахунок виробництва продуктів підвищеної харчової і біологічної цінності на основі коріння селери та пастернаку. Ці коренеплоди частіше використовують як пряно-смакові рослини для приготування ароматичних приправ до салатів, гарнірів, супів, рідше як самостійну страву. Особливістю переробки цих коренеплодів є те, що при здійсненні механічних операцій (очищення, різання, дроблення) відбувається потемніння сировини, яке суттєво впливає не тільки на органолептичні властивості готових продуктів, але й на їх харчову та біологічну цінність. Такі зміни відбуваються внаслідок дії оксидоредуктаз, активність яких зростає у присутності кисню повітря.

З метою уникнення втрат харчової та біологічної цінності та покращення органолептичних властивостей страв, отриманих на основі білих коренів, особливий інтерес становлять такі ферменти, як пероксидаза, поліфенолоксидаза, аскорбінатоксидаза.

Пероксидаза окислює поліфеноли та деякі ароматичні аміни зі зміною природних властивостей рослинної сировини, каталізує реакцію окислення о-дифенолу і поліфенолів з утворенням проміжних семіхінонів та о-хінонів, які при конденсації утворюють темнозабарвлені продукти. Таким чином, функціонування даного ферменту призводить до небажаного потемніння готової продукції. Фермент поліфенолоксидаза за участю кисню повітря або кисню, який знаходиться в міжклітинному просторі, окислює моно-, ди- і поліфеноли, таніни, катехіни, фенольні кислоти, ароматичні спирти до хінонів, які вступають у взаємодію з амінами, вільними амінокислотами, білками або між собою шляхом полімеризації та поліконденсації. У результаті цих реакцій утворюються темнозабарвлені речовини. Аскорбінатоксидаза каталізує окислення аскорбінової кислоти у дегідроформу, яка не володіє вітамінною активністю і в такий спосіб відповідає за руйнування вітаміну С [2,3].

Метою роботи було проведення досліджень активності окислювально-відновлювальних ферментів білих коренів.

**Матеріали і методи.** У роботі використовували коріння селери сортів Діамант, Яблучний і коріння пастернаку сортів Круглий та Студент як перспективних видів сировини для виробництва продуктів харчування з підвищеним вмістом біологічно активних речовин. Досліджували коренеплоди врожаю 2014 р., районовані в Україні.

Активність поліфенолоксидази знаходили шляхом вимірювання оптичної густини продуктів реакції, що утворилися при окисленні пірокатехіну у присутності діетілпарафенілендіаміну [4].

Для визначення активності пероксидази використовували методику, засновану на знаходженні швидкості ферментативної реакції окислення бензидину з утворенням продукту синього кольору [5].

Спектрофотометричним методом, у якому використана властивість аскорбінової кислоти поглинати максимум світла при довжині хвилі 265 нм, досліджували активність аскорбінатоксидази. Про активність ферменту судили за

зменшенням величини оптичної густини, враховуючи, що ступінь окислення аскорбінової кислоти пропорційна кількості ферменту [6].

За одиницю активності ферменту приймали таку його кількість, яка каталізує перетворення 1 мкмоль субстрату в одиницю часу при заданих стандартних умовах [5].

**Результати дослідження.** Зразки коріння селери та пастернаку для досліджень відбирали у листопаді місяці. Результати вимірювань активності окислювально-відновлювальних ферментів білих коренів наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

**Активність оксидоредуктаз білих коренів**

Сорт білих коренів	Активність ферментів, од/г		
	Пероксидаза	Поліфенолоксидаза	Аскорбінаоксидаза
Коріння селери			
Яблучний	3,596	2,231	0,504
Діамант	5,672	2,528	0,723
Коріння пастернаку			
Круглий	47,6	5,85	4,909
Студент	44,2	4,72	4,812

Як видно з представлених в табл. 1 даних, найбільш висока активність пероксидази встановлена у корінні пастернаку сорту Круглий (47,6 од/г), найнижча – у корінні селери сорту Яблучний (3,596 од/г). При порівнянні двох сортів коріння селери виявлено, що активність пероксидази для сорту Діамант в 1,6 рази вища, ніж для сорту Яблучний. Для двох сортів пастернаку ця різниця була незначною.

Слід відмітити, що активність поліфенолоксидази і аскорбінаоксидази також вища у коріннях пастернаку. А у сортовому розрізі для двох видів коренів спостерігалась незначна різниця.

Таким чином, отримані дані свідчать про те, що на активність ферментів одного виду сировини впливають сортові особливості.

На початкових стадіях переробки коренеплодів для перших, других страв та десертів, як правило, використовують термічну обробку у вигляді бланшування, під час якого руйнується вітамін С. Величина втрат цієї корисної речовини залежить від того, яким способом здійснюють дану технологічну операцію. Для інактивації окислювально-відновлювальних ферментів запропоновано використовувати НВЧ-обробку сировини при потужності 650-750 Вт, тривалість процесу коливається у межах 3-5 хв [7].

У таблиці 2 наведені результати дослідження, які показують зміни вмісту аскорбінової кислоти і активності оксидоредуктаз у коріннях селери та пастернаку при різних способах теплової обробки. Обробку коренеплодів НВЧ-струменями здійснювали при потужності 650 Вт протягом 1-4 хв.

Отримані результати досліджень доводять, що при бланшуванні білих коренів у киплячій воді втрати аскорбінової кислоти становлять 55,1% від первинного її вмісту у корінні селери та 53,4% – у корінні пастернаку. При обробці парою втрати вітаміну С у коренеплодах скорочуються приблизно у 1,5 рази порівняно з попереднім способом. Найкращою виявилась обробка білих коренів струмами НВЧ протягом 1-2 хв, при якій втрати аскорбінової кислоти були мінімальними, а на другій хвилині обробки фермент поліфенолоксидаза був інактивований. Така обробка дозволила отримати напівфабрикат без зміни кольору і зберегти аскорбінову кислоту на 64,6 та 65,0% у коріннях селери та пастернаку

відповідно. Суттєво знизилась активність пероксидази та аскорбінаоксидази порівняно з первинною.

Таблиця 2

**Активність ферментів білих коренів при різних способах обробки (од/г)  
та вміст аскорбінової кислоти (мг/100 г)**

Найменування показника	Свіжа сировина	Бланшування		НВЧ – обробка, хв			
		водою	парою	1	2	3	4
Коріння селери							
Пероксидаза	3,596	0,352	0,46	0,45	0,42	0,38	0,32
Поліфенолоксидаза	2,231	0,27	0,31	0,29	–	–	–
Аскорбінатоксидаза	0,504	0,23	0,196	0,183	0,054	0,051	0,045
Аскорбінова кислота	5,14	2,31	3,22	3,49	3,32	3,12	3,03
Втрати аскорбінової кислоти,%	–	55,1	37,4	32,1	35,4	39,3	41,1
Коріння пастернаку							
Пероксидаза	44,20	22,6	30,5	27,8	23,8	22,4	21,0
Поліфенолоксидаза	4,720	0,49	0,67	0,60	–	–	–
Аскорбінатоксидаза	4,812	2,17	1,87	1,68	0,51	0,48	0,39
Аскорбінова кислота	14,6	6,8	9,45	10,05	9,49	8,78	8,63
Втрати аскорбінової кислоти.%	–	53,4	35,3	31,2	35,0	39,9	40,9

**Висновки.** Визначена активність окислювальних ферментів у сортовому розрізі в коріннях селери та пастернаку. Встановлено, що найкращим способом попередньої обробки коренеплодів є НВЧ-обробка, яка дозволила суттєво зберегти вміст вітаміну С, інактивувати поліфенолоксидазу та знизити активність інших оксидоредуктаз.

**Перспективи подальших досліджень.** Враховуючи проведені дослідження стає можливим здійснення різних технологічних операцій при переробці білих коренів залежно від виду готового продукту: салати, перша, друга страва або десерт. Доцільно дослідити активність оксидоредуктаз у різних шарах сировини з метою удосконалення технологічного процесу і збереження біологічно активних речовин у готовому продукті.

#### Література

1. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В. Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 1980. – 445 с.
2. Починок, Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок. – Киев: Наукова думка, 1976. – 334 с.
3. Тележенко, Л. Н., Безусов, А. Т. Биологически активные вещества фруктов и овощей и их сохранение при переработке / Л. Н. Тележенко, А. Т. Безусов. – Одесса: Оптимус, 2004. – 268 с.
4. Method for measuring antioxidant activity and application to monitoring the antioxidant capacity of wines / V. Fogliano [et al] // J. Agric. Food Chem/ – 1999. – Vol. 47, No. 3. – P. 1035–1040.
5. Полюгалина, Г. В. Определение активности ферментов: справочник / Г. В. Полюгалина, В. С. Чередниченко, Л. В. Римарёва. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 375 с.
6. Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
7. ПАТ. № 19897 України, МПК А 23 В 7/005. Спосіб захисту очищених бульб топінамбура від потемніння / О. І. Черевко, Н. В. Дуденко, В. Г. Горбань,

Л. Ф. Павлоцька, В. І. Жогло: Харківський державний університет харчування та торгівлі – №200602841; Заяв. 13.03.2006; Опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1.

Стаття надійшла до редакції 10.09.2015

УДК 664.661.12.021.3

**Білонога Ю. Л.<sup>1</sup>**, д. т. н., професор, **Білонога Д. М.<sup>2</sup>**, к. фіз.-мат. н., доцент,

**Максисько О. Р.<sup>1</sup>**, к. т. н., доцент, **Турчин І. М.<sup>1</sup>**, к. т. н., доцент,

**Варивода Ю. Ю.<sup>1</sup>**, к. т. н., доцент ©

<sup>1</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С. З. Гжицького., Україна

<sup>2</sup>Національний Університет «Львівська Політехніка», Україна

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ З ВРАХУВАННЯМ «ЕКВІВАЛЕНТНОГО ДІАМЕТРА КАНАЛІВ»**

Визначені пріоритетні шляхи оптимізації параметрів псевдозрідженого шару (ПЗШ) в системі тверде тіло – рідина (ТТ-Р) або тверде тіло – газ (ТТ-Г). Виведена формула 6 для оптимізації співвідношень «еквівалентного діаметра каналів» у ПЗШ до середньої товщини ламінарного приповерхневого шару (ЛПШ), що виникає навколо окремої твердої частинки в ПЗШ..

Представлена також нерівність параметрів оптимізації в ПЗШ для системи ТТ-Р або ТТ-Г, яка включає параметр оптимізації  $B$ , що виведений нами раніше [1,2], а також оптимальну неоднорідність і оптимальну висоту ПЗШ. Показано, що виведені формули розрахунку параметра оптимізації дифузійних процесів  $B$ , середньої оптимальної товщини ЛПШ, співвідношень «еквівалентного діаметра каналів» у ПЗШ до середньої товщини ЛПШ можуть застосовуватися для мінімізації енерговитрат в умовах тепло- масообмінних процесів, зокрема сушіння, екстрагування та інші в полі гравітаційних та відцентрових сил. Розраховані критерії оптимізації  $B$ , співвідношення «еквівалентного діаметра каналів» у ПЗШ до середньої товщини ЛПШ на ділянках кривої псевдозрідження ОК і КВ і показано, що за цими співвідношеннями можна оптимізувати процес псевдозрідження в системі ТТ-Р або ТТ-Г, виходячи з числових значень цих співвідношень. Залежно від умов псевдозрідження запропонована нерівність 7 має параметр оптимізації  $B$  або  $B_{ц}$  для ПЗШ в полі гравітаційних або відцентрових сил, відповідно.

**Ключові слова:** псевдозрідений шар, ламінарний приповерхневий шар, «еквівалентний діаметр каналів» в псевдозріженому шарі .

УДК 664.661.12.021.3

**Білонога Ю. Л.<sup>1</sup>**, д. т. н., професор, **Білонога Д. М.<sup>2</sup>**, к. физико-математических

н., доцент, **Максисько О. Р.<sup>1</sup>**, к. т. н., доцент, **Турчин И. М.<sup>1</sup>**, к. т. н., доцент,

**Варивода Ю. Ю.<sup>1</sup>**, к. т. н., доцент

<sup>1</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини  
и биотехнологий имени С. З. Гжицкого., Украина

<sup>2</sup>Национальный университет «Львовская Политехника», Украина

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ С УЧЕТОМ «ЕКВІВАЛЕНТНОГО ДІАМЕТРА КАНАЛОВ»**

Обозначены приоритетные пути оптимизации параметров псевдоожигенного слоя (ПОС) в системе твердое тело – жидкость (ТТ-Ж) или твердое тело – газ (ТТ-